



Licenciatura Engenharia Informática e Multimédia

Redes de Computadores

Semestre de Verão 2022 / 2023

Trabalho Prático 2

Docente Luís Pires

14 de Maio de 2023

Trabalho realizado por:

Fábio Dias, nº 42921 Grupo 17



## Índice

Índice de Figuras.....	4
Lista de Acrónimos.....	5
1. Introdução.....	6
2. EVE - Emulated Virtual Environment.....	7
3. Endereço IP – Internet Protocol.....	9
4. CIDR – Classeless InterDomain Routing.....	10
5. ARP – Address Resolution Protocol.....	11
6. ICMP – Internet Control Message Protocol.....	12
7. Configuração dos Dispositivos.....	13
7.1. Desenvolvimento da Primeira Subparte.....	13
7.2. Desenvolvimento da Segunda Subparte.....	15
8. Conclusões.....	22
9. Bibliografia.....	23

## Índice de Figuras

Figura 1 - Emulador EVE .....	7
Figura 2 - Topologia da Rede .....	8
Figura 3 - Atribuição do endereço IP ao LaptopA.....	13
Figura 4 - Atribuição do endereço IP ao LaptopB .....	13
Figura 5 - ARP Cache antes do Ping .....	14
Figura 6 - Envio de Ping para o LaptopB .....	14
Figura 7 – ARP Cache depois do Ping.....	14
Figura 8 - Traceroute para LaptopB.....	15
Figura 9 - Configuração do Router.....	16
Figura 10 - Configuração do LaptopA .....	16
Figura 11 - Configuração do Laptop B .....	17
Figura 12 - Configuração do LaptopC .....	17
Figura 13 - Configuração do Laptop D .....	17
Figura 14 - ARP Cache do LaptopA antes do Ping para o LaptopD .....	18
Figura 15 - Ping para o LaptopD .....	18
Figura 16 - ARP Cache do LaptopA depois do Ping para o LaptopD .....	19
Figura 17 - Traceroute para o LaptopD.....	19
Figura 18 – Comando Show IP Route .....	20
Figura 19 - Ping do LaptopA para o LaptopC .....	20
Figura 20 - Ping do LaptopB para o LaptopC e LaptopD .....	21
Figura 21 - Ping do LaptopC para o LaptopA e LaptopB .....	21
Figura 22 - Ping do LaptopD para o LaptopA e LaptopB.....	21

## Lista de Acrónimos

ARP – Address Resolution Protocol

CIDR – Classless InterDomain Routing

EVE – Emulated Virtual Environment

ICMP – Internet Control Message Protocol

IP – Internet Protocol

LAN – Local Area Network

MAC –Media Access Control

PC – Personal Computer

## 1. Introdução

Para a segunda fase do trabalho foi-nos pedido para configurar duas Redes Locais (LAN), ambas ligadas por um router.

Para o conseguirmos efetuar corretamente, temos de tirar partido do emulador EVE-NG.

Esta parte está dividida em duas subpartes: A primeira é focada inteiramente na primeira LAN, na segunda já consideramos ambas as LANs, usando o Router.

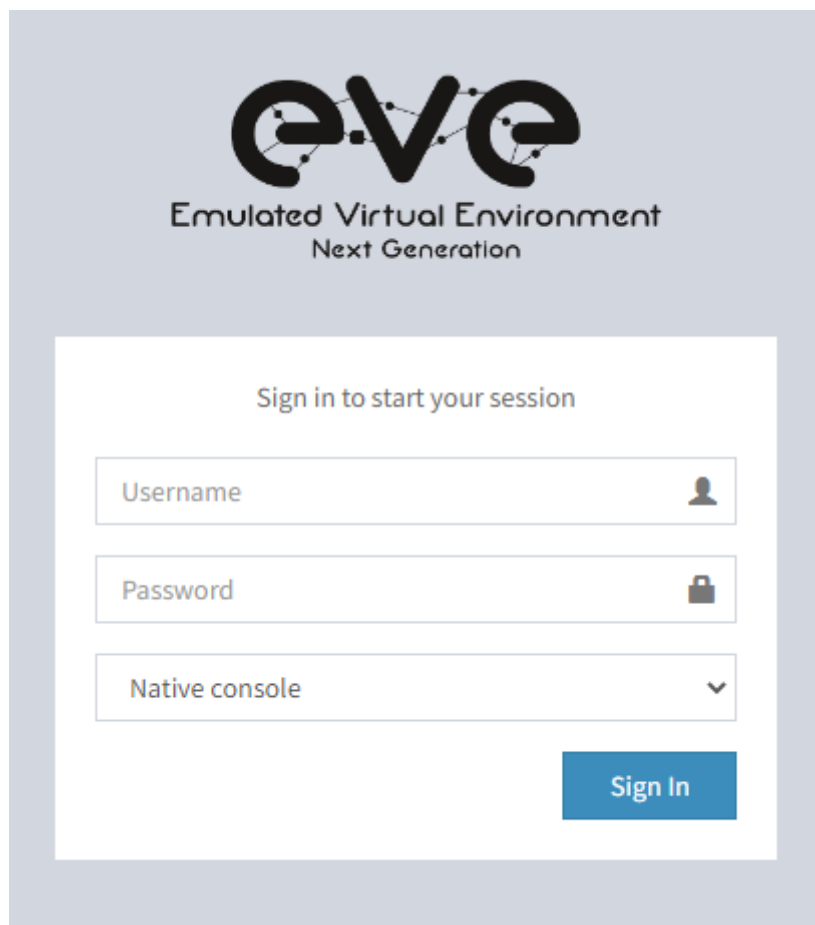
## 2. EVE - Emulated Virtual Environment

Nesta parte do trabalho vamos dar uso a um ambiente virtual. Este permite-nos construir uma rede ampla sem precisar dos recursos físicos em si.

Dentro dos ambientes virtuais existem duas opções: simuladores e emuladores.

Os simuladores são convenientes para pequenas redes, mas são propícios a *bugs* no processo de simulação. Os emuladores permitem uma experiência mais autêntica. Logo, um emulador é a decisão correta para o desenvolvimento desta segunda parte.

O emulador em questão é o EVE (Emulated Virtual Environment), uma aplicação web a correr num hardware robusto de forma a simular todos os dispositivos. Para o aceder, basta o nosso nome de utilizador e uma palavra-passe. (Figura 1)



The image shows the login page for the EVE (Emulated Virtual Environment) application. At the top, there is a logo for 'eve' in a stylized font, with the text 'Emulated Virtual Environment' and 'Next Generation' underneath. Below the logo is a white rectangular box containing the login form. The form has the heading 'Sign in to start your session'. It includes three input fields: 'Username' with a user icon, 'Password' with a lock icon, and 'Native console' with a dropdown arrow. A blue 'Sign In' button is positioned at the bottom right of the form.

Figura 1 - Emulador EVE

A topologia da rede em questão já nos é fornecida, temos apenas de a configurar corretamente e testar para obtermos as garantias disso mesmo. (Figura 2)

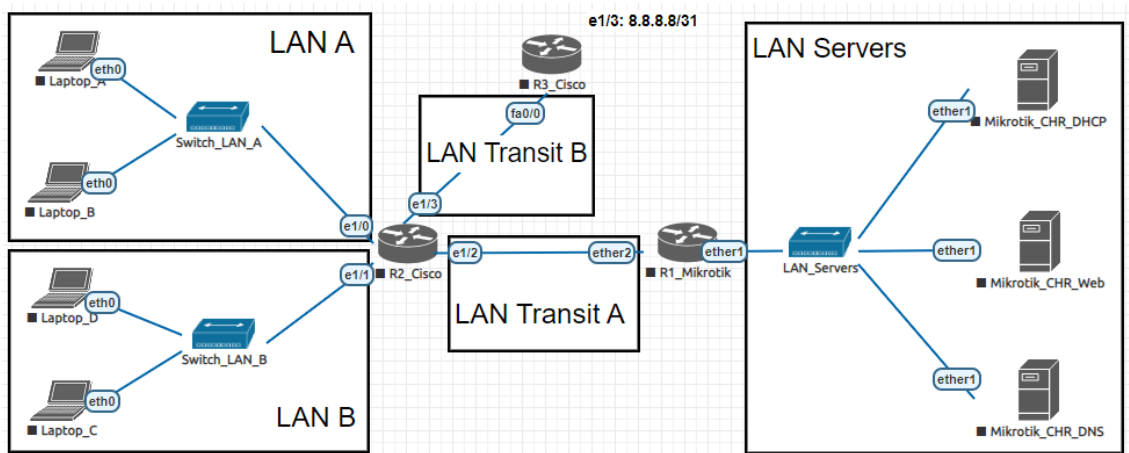


Figura 2 - Topologia da Rede

Configurar uma rede significa atribuir IPs às máquinas, tanto aos computadores como às interfaces dos routers, assim como configurar os routers para os caminhos.

Antes de passarmos ao desenvolvimento do trabalho, é preciso perceber alguns conceitos necessários à realização do mesmo.



### 3. Endereço IP – Internet Protocol

O endereço IP (Internet Protocol)[1][2] é o identificador da máquina numa rede. No entanto, uma máquina pode ter mais do que um processo, cada um com o seu número de porto. Um endereço IPv4, que é a versão que vamos usar neste trabalho, é constituído por 32 bytes, sendo estes divididos em quatro octetos.

Quando estamos a configurar uma rede, temos de nos certificar que não existem identificadores repetidos. Nesta segunda parte, vamos fazê-lo manualmente e caso a caso. Ou seja, cada computador, possui um único endereço IP e esse já não pode ser atribuído a mais nenhum outro computador, assim como esse computador não pode possuir mais nenhum endereço IP.

Um endereço IP consiste em duas partes: o endereço de rede e o endereço do *host*.

Uma especificação feita na gama de endereços IP a serem usados, é 192.168.17.0 /24. Como interpretamos este endereço será abordado no próximo tópico, assim como podemos saber qual a porção que identifica a rede e o *host*.

## 4. CIDR – Classeless InterDomain Routing

O CIDR (Classless InterDomain Routing)[1][3] é um método para alocar os endereços e roteamento de IPs. A sua notação provém de uma barra “/” seguido de um número decimal. Este é o número de uns “1” que antecedem a máscara de rede.

As máscaras de rede servem para revelar quantos bits do endereço IP são usados para o endereço de rede, mascarando a porção da rede do endereço IP.

Para o caso do trabalho prático, isto significa que o IP pertence à classe C, os primeiros três octetos identificam a rede e o último octeto identifica a máquina. O /24 representa o número de bits na rede de endereços. Neste caso, temos disponíveis 256 endereços para atribuir. Regra geral, o endereço mais baixo e o mais alto devem ser reservados para o endereço de rede e o endereço de Broadcast, respetivamente. Ainda devemos ter em conta as interfaces do router.

Para obtermos o número de endereços possíveis para atribuir seguimos a fórmula  $2^{32-\text{número de máscara}}$ . Aplicando isto no nosso caso,  $2^{32-24} = 2^8$ , chegamos à conclusão de que existem 256 endereços IP possíveis de atribuir. Como mencionado acima, reservando o mais baixo, 192.168.17.0, para o endereço de rede, e o mais alto, 192.168.17.255, para o endereço de Broadcast, ficamos com 254 endereços restantes. Podemos identificar a máscara de rede como 255.255.255.0.

Para a segunda subparte do trabalho, onde utilizamos ambas as LAN's vamos ter de dividir a nossa rede para parte ser utilizada na LAN A e a outra parte na LAN B. Para isto, utilizamos o /25, isto significa que o bit mais significativo do último octeto estará a “1”. Logo, existem 128 endereços para a LAN A e 128 endereços para a LAN B. O endereço de rede da LAN A será 192.168.17.0 e o endereço de Broadcast será 192.168.17.127. Enquanto o endereço de rede da LAN B será 192.168.17.128 e o de Broadcast será 192.168.17.255. Isto significa que as interfaces do router, serão 192.168.17.126 e 192.168.17.254, para a LAN A e LAN B, respetivamente.

## 5. ARP – Address Resolution Protocol

O ARP (Address Resolution Protocol)[4] serve para traduzir endereços IP para endereços MAC (Media Access Control), isto é o identificador único da máquina.

Quando um dispositivo comunica com outro, como apresentado previamente, o endereço IP é necessário para localizar o dispositivo na rede, mas ainda é necessário o endereço MAC e este pode ser obtido usando o ARP.

Cada dispositivo possui um ARP Cache, este guarda o endereço MAC associado ao endereço IP em questão. Para tal associação existir, esta comunicação já teve de ser efetuada previamente.

Existem dois tipos de entradas no ARP Cache: dinâmicas e estáticas. Uma entrada dinâmica é criada automaticamente quando um dispositivo envia uma mensagem de Broadcast para a rede ou comunica com o dispositivo. Estas não são permanentes. Periodicamente vão sendo eliminadas, evitando assim o preenchimento do ARP Cache com demasiadas entradas que não estão a ser usadas; uma entrada estática é manualmente inserida, utilizando a linha de comandos do ARP. Estas são permanentes.

## 6. ICMP – Internet Control Message Protocol

O ICMP (Internet Control Message Protocol)[1][5] é um protocolo que os dispositivos de rede usam para gerar mensagens que detalham os acontecimentos na rede. Isto pode ser o sucesso de um “ping” ou erros quando existem problemas de rede que impedem os pacotes de serem transmitidos. Este provém com um tipo para cada situação possível de encontrar quando trabalhamos em redes. Em alguns casos, estes tipos também possuem códigos para especificarem a situação em concreto.

Um dos casos que vamos verificar é o tipo 3, código 3, onde o tipo 3 indica que não foi possível estabelecer a ligação ao dispositivo destino. O tipo 3 especifica que o porto em questão não foi alcançado, o que impediu essa conexão.

## 7. Configuração dos Dispositivos

Como foi apresentado, esta segunda parte do trabalho está dividida em duas subpartes. Para a primeira temos apenas um LAN com dois dispositivos e um *switch*; para a segunda temos duas LANs, com dois dispositivos cada uma, e um router que conecta as duas.

### 7.1. Desenvolvimento da Primeira Subparte

Para a primeira subparte temos a exigência de usarmos os endereços 192.168.17.0 /24, possuindo 256 endereços para atribuir aos dispositivos, reservando o mais baixo, 192.168.17.0 para a rede e o mais alto, 192.168.17.255 para Broadcast.

Assim sendo, vamos atribuir os IPs às máquinas.

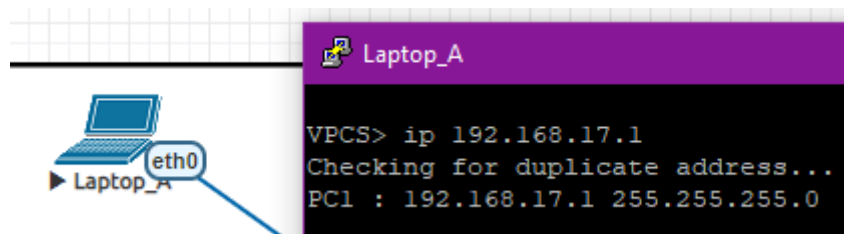


Figura 3 - Atribuição do endereço IP ao LaptopA

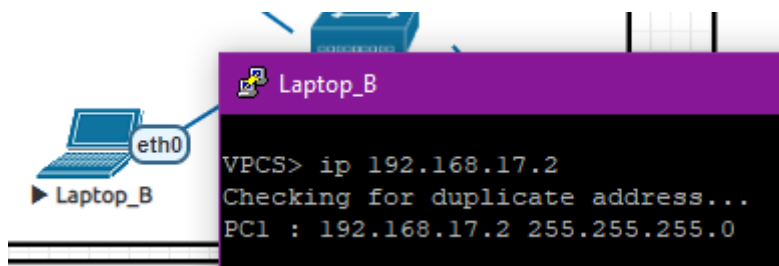


Figura 4 - Atribuição do endereço IP ao LaptopB

Com as atribuições feitas, podemos usar o comando “ping” para verificarmos se ambos os PCs estão conectados à rede. Mas, antes disso, vamos verificar o ARP Cache do LaptopA.

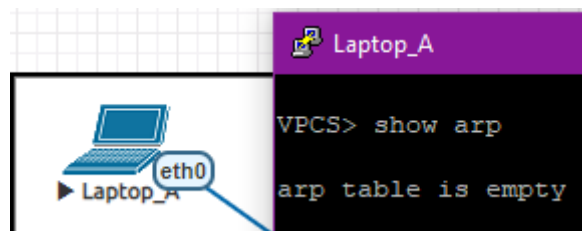


Figura 5 - ARP Cache antes do Ping

Como podemos verificar, não existe nenhuma entrada na ARP Cache do LaptopA. Isto significa que não foi inserida nenhuma entrada estática, ou seja, manualmente, nem entradas dinâmicas. Vamos então enviar um “ping” para o LaptopB.

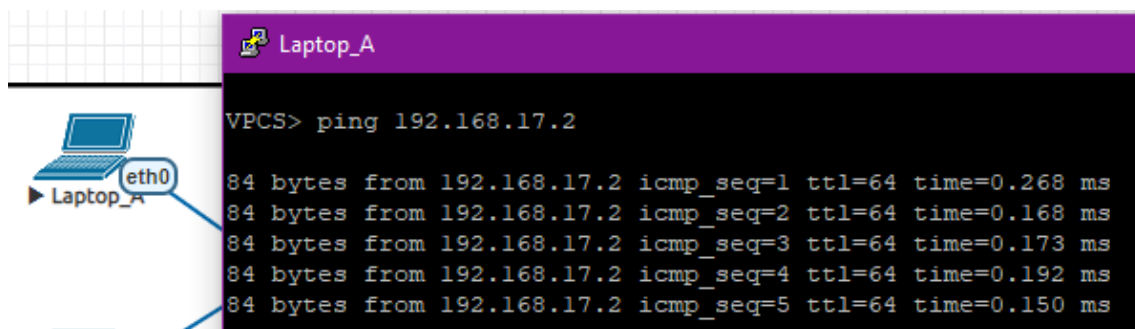


Figura 6 - Envio de Ping para o LaptopB

Não encontrado nenhum erro, podemos concluir que ambos os Laptops estão conectados à mesma rede. Vamos verificar novamente a ARP Cache do LaptopA.

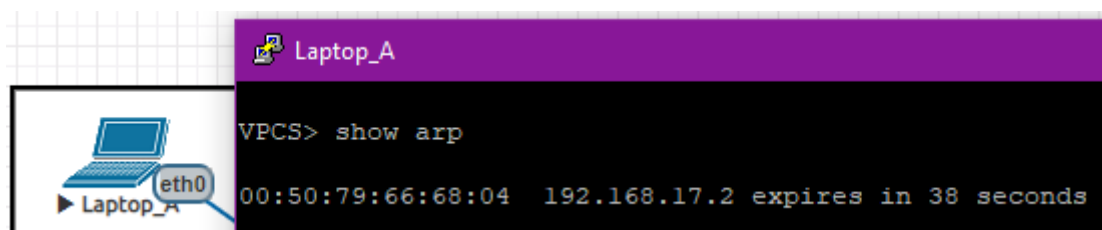


Figura 7 – ARP Cache depois do Ping

Como esperado, existe uma entrada na ARP Cache, sendo esta do LaptopB, com a informação do tempo restante até à limpeza daquela entrada, confirmando esta entrada como dinâmica.

Vamos usar o comando “tracert” para obter mais algumas informações.

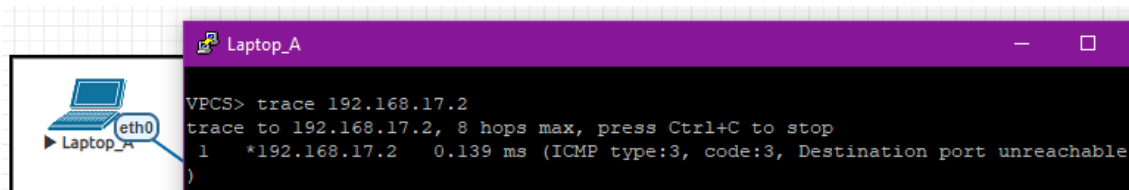


Figura 8 - Traceroute para LaptopB

O comando devolve-nos apenas o endereço IP do LaptopB com o tipo ICMP 3, ou seja, o destino é inalcançável e, complementando esta informação, o código do erro 3 com a sua informação apresentada na consola, informando que o porto da máquina não foi alcançado.

Embora nos tenhamos conectado a outro dispositivo, neste caso do LaptopA para o LaptopB, não existe outro endereço IP para além do endereço destino. A ausência do mesmo indica-nos que estamos na presença de um *switch*.

Com isto, damos por terminado a primeira subparte.

## 7.2. Desenvolvimento da Segunda Subparte

Para esta segunda subparte, temos a necessidade de criar uma sub-rede, disponibilizando assim 128 endereços para ambas. A LAN A possui uma gama de endereços entre 192.168.17.0 até 192.168.17.127, sendo o mais baixo e o mais alto, reservados para endereço de rede e endereço de Broadcast, respetivamente. Para a LAN B, a gama de endereços é entre 192.168.17.128 até 192.168.17.255, também esta reservando o mais alto e o mais baixo para os mesmos efeitos.

Vai ser necessário reconfigurar os PCs da LAN A, pois também temos de configurar a máscara de sub-rede e a sua “default gateway”. Isto é um endereço que é usado quando o dispositivo pretende enviar dados de uma rede para outra. Esta será a interface do router na LAN A.

Antes de configurar os PCs, vai ser necessário configurar o Router, para nos certificarmos que as interfaces conhecem ambas as redes.

Passemos então às configurações.

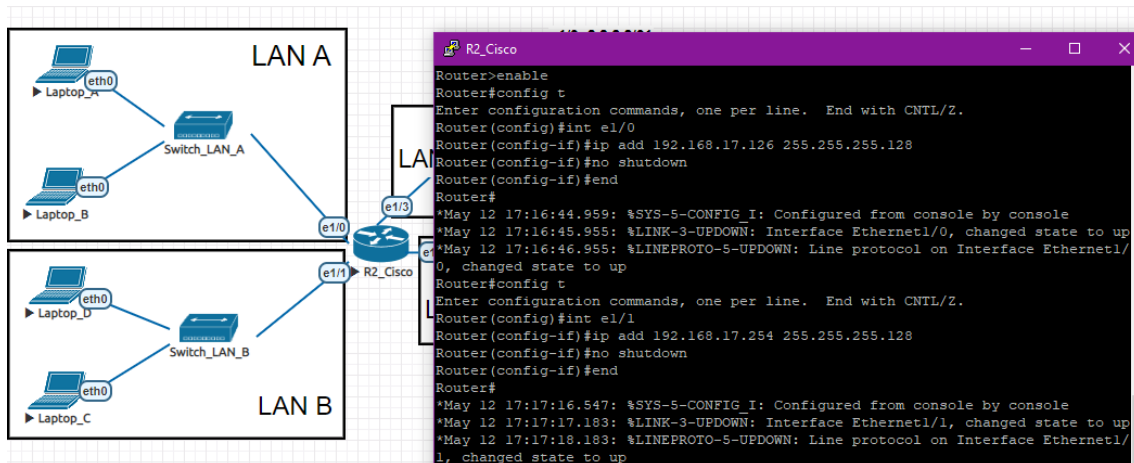


Figura 9 - Configuração do Router

Configurando ambas as interfaces do Router, podemos agora passar para as configurações dos PCs na LAN A. Relembrando, a gama de endereços da LAN A é de 192.168.17.0 até 192.168.17.127.

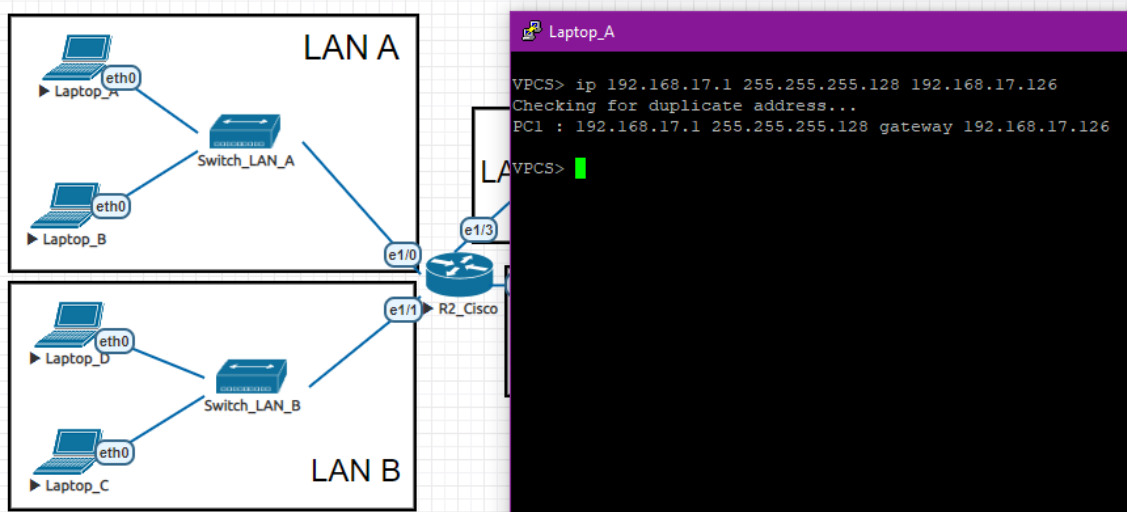


Figura 10 - Configuração do LaptopA



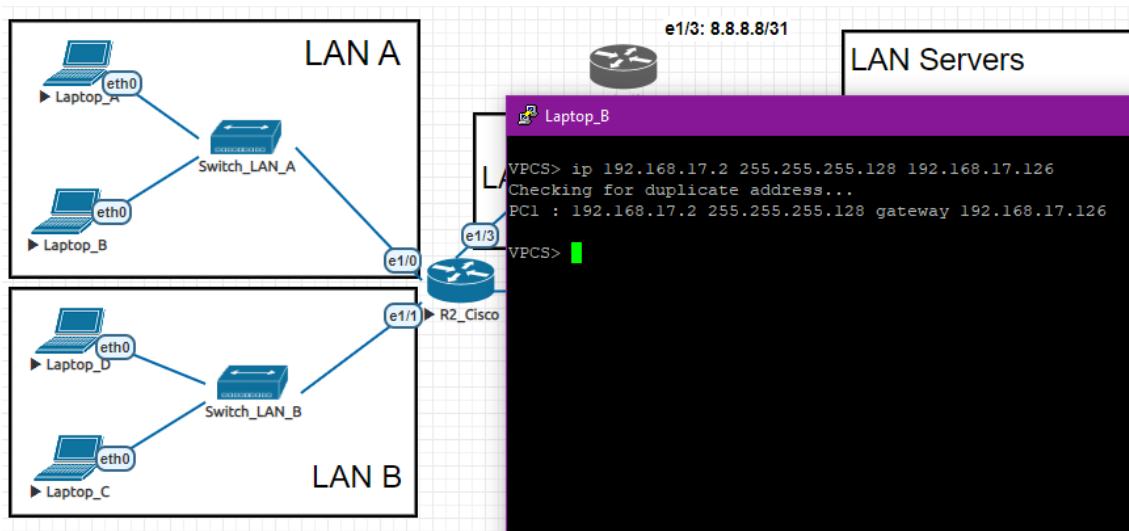


Figura 11 - Configuração do Laptop B

Desta forma, terminamos a configuração da LAN A. Passemos agora para a LAN B, cuja gama de endereços será entre 192.168.17.128 até 192.168.17.255.

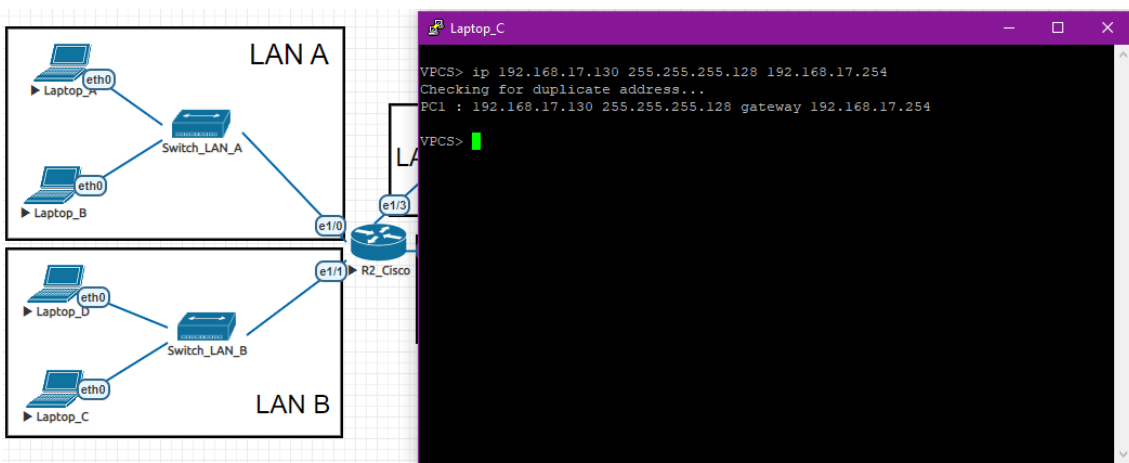


Figura 12 - Configuração do LaptopC

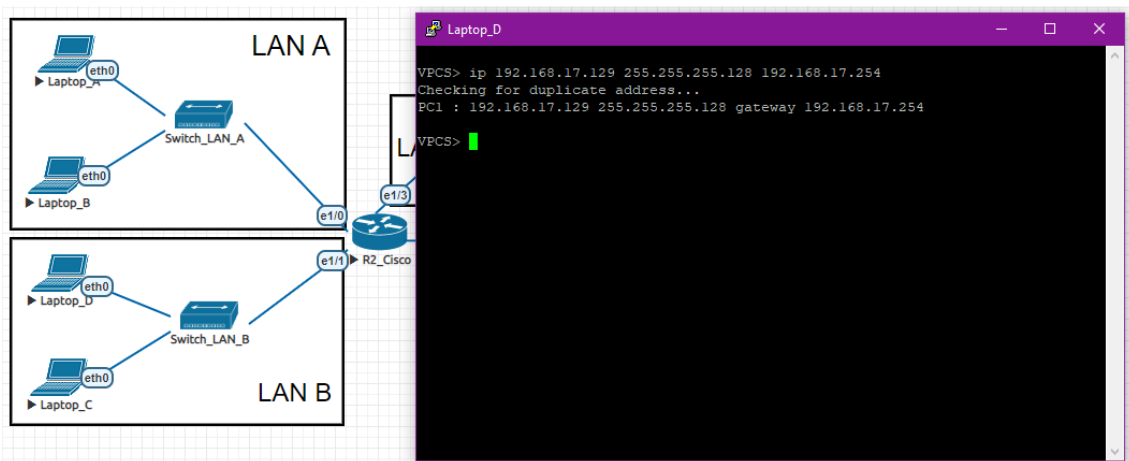


Figura 13 - Configuração do Laptop D

Com as configurações feitas, podemos verificar o ARP Cache do LaptopA e, seguido disso, enviar um “ping” para o LaptopD que se encontra numa rede distinta.

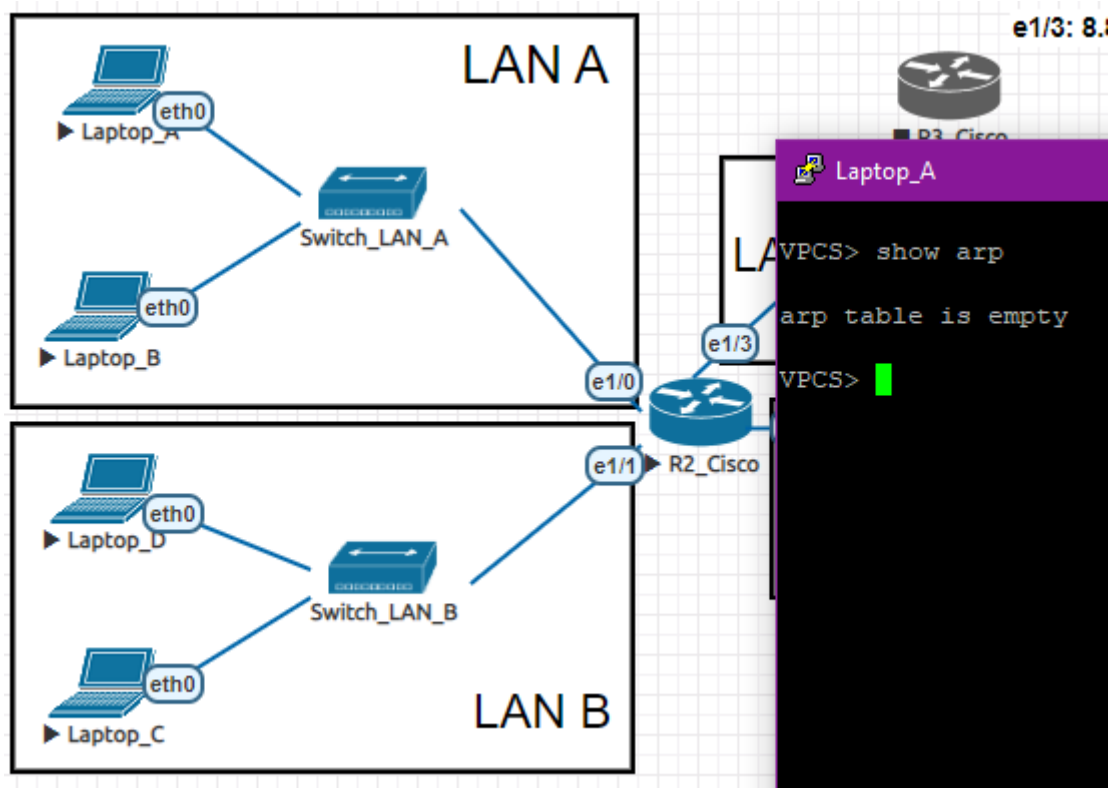


Figura 14 - ARP Cache do LaptopA antes do Ping para o LaptopD

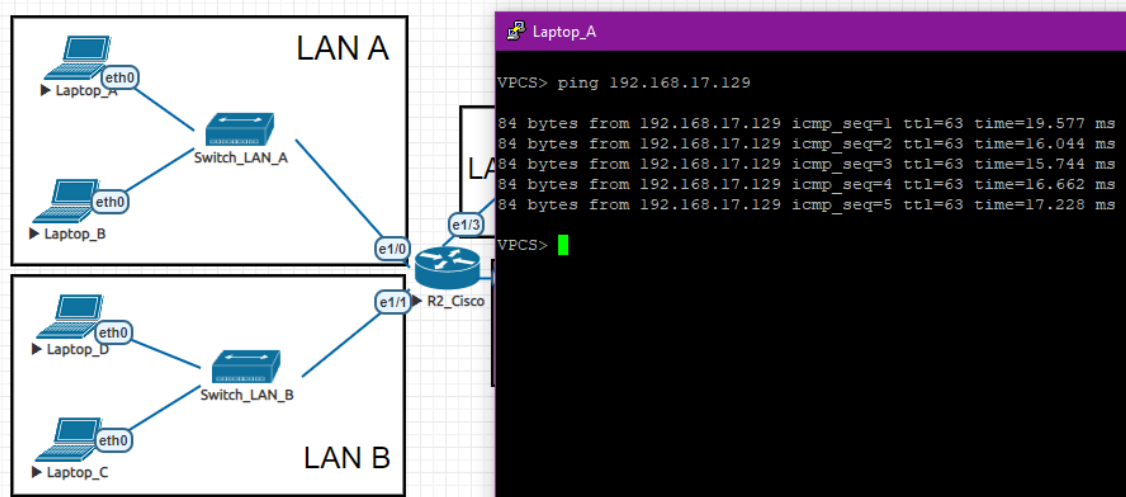


Figura 15 - Ping para o LaptopD

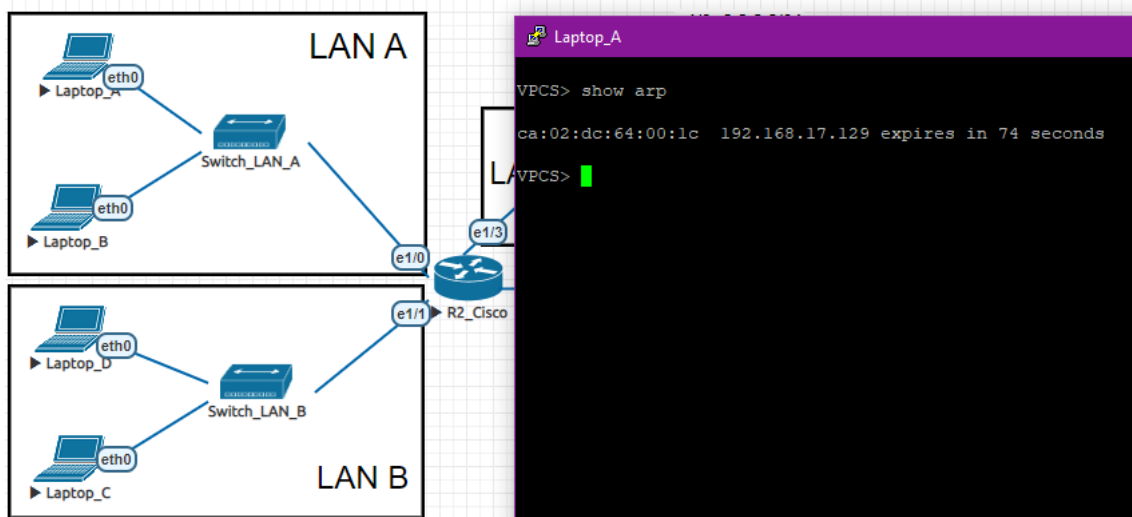


Figura 16 - ARP Cache do LaptopA depois do Ping para o LaptopD

Como foi possível observar, o “ping” foi efectuado com sucesso e, consequentemente, a entrada dinâmica do LaptopA foi criada com o endereço do LaptopD.

Caso usemos o comando “trace” no LaptopA com o endereço IP do LaptopD vamos obter não só o endereço do LaptopD mas também o endereço IP da interface do Router na LAN A.

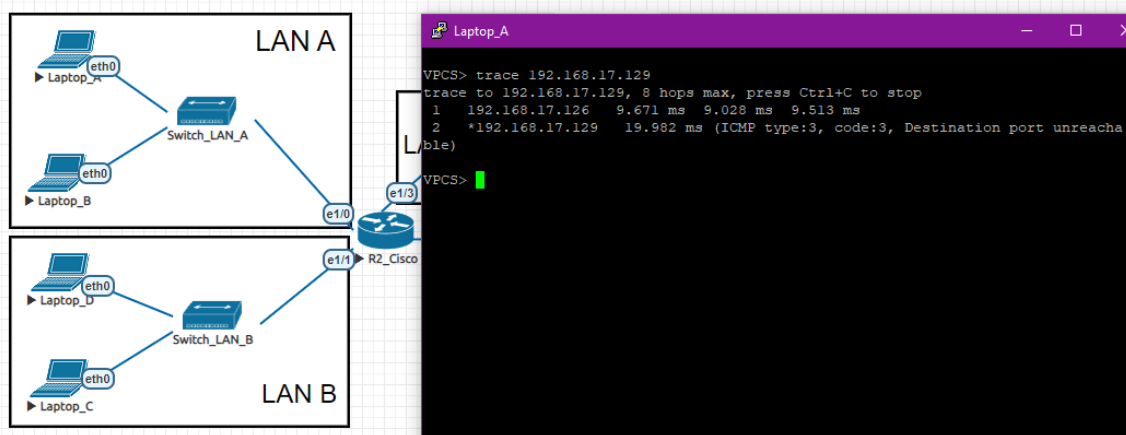


Figura 17 - Traceroute para o LaptopD

Explorando um pouco o router, podemos usar o comando “ip route print” e analisar o *output*.

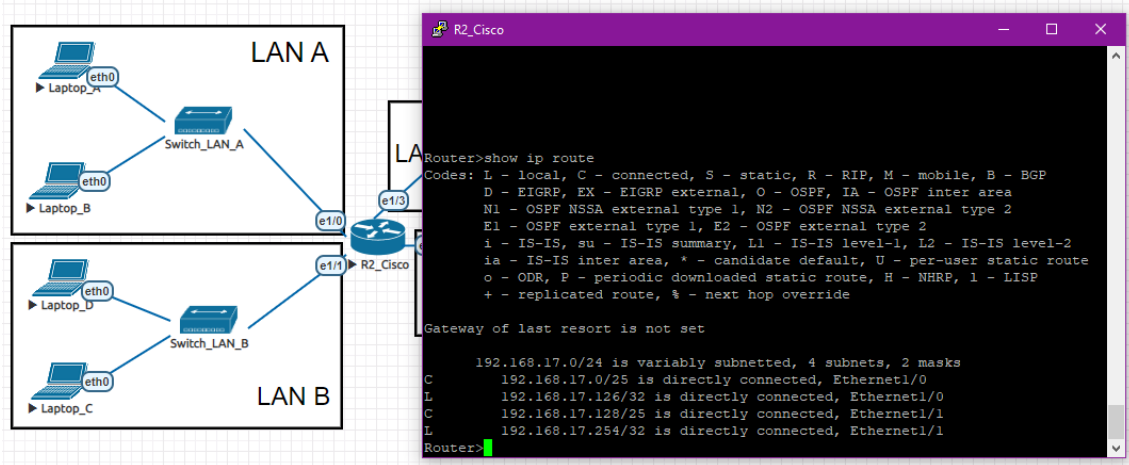


Figura 18 – Comando Show IP Route

Ao analisar o *output* podemos confirmar que ambos os endereços de rede, 192.168.17.0 e 192.168.17.128 estão conectados e ambas as interfaces e1/0 e e1/1 pelos endereços 192.168.17.126 e 192.168.17.254, respectivamente.

Agora vamos testar os “pings” de cada Laptop para todos os outros à exceção dos PCs que já se encontram na própria LAN.

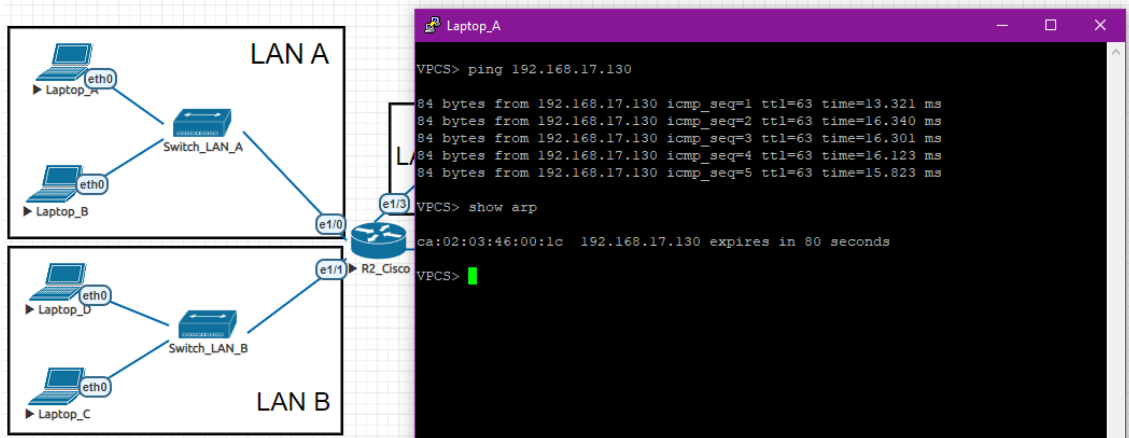


Figura 19 - Ping do LaptopA para o LaptopC

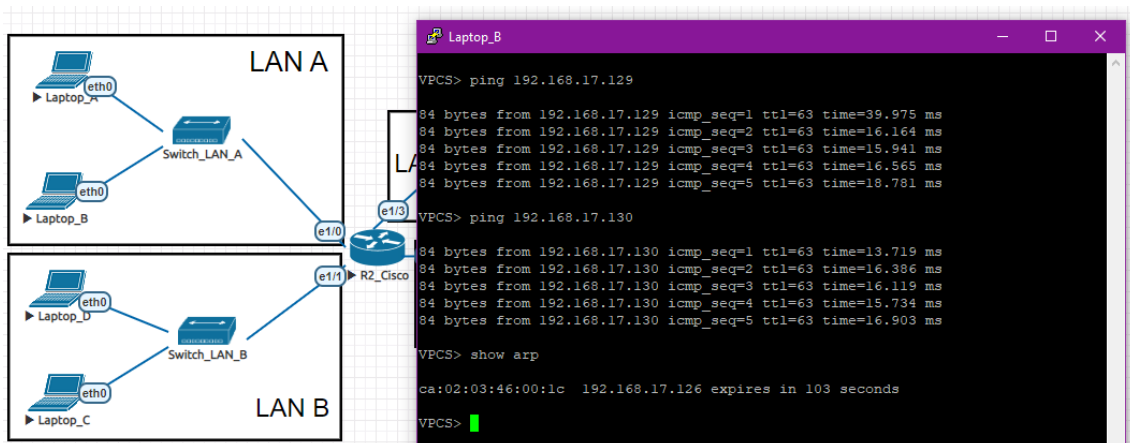


Figura 20 - Ping do LaptopB para o LaptopC e LaptopD

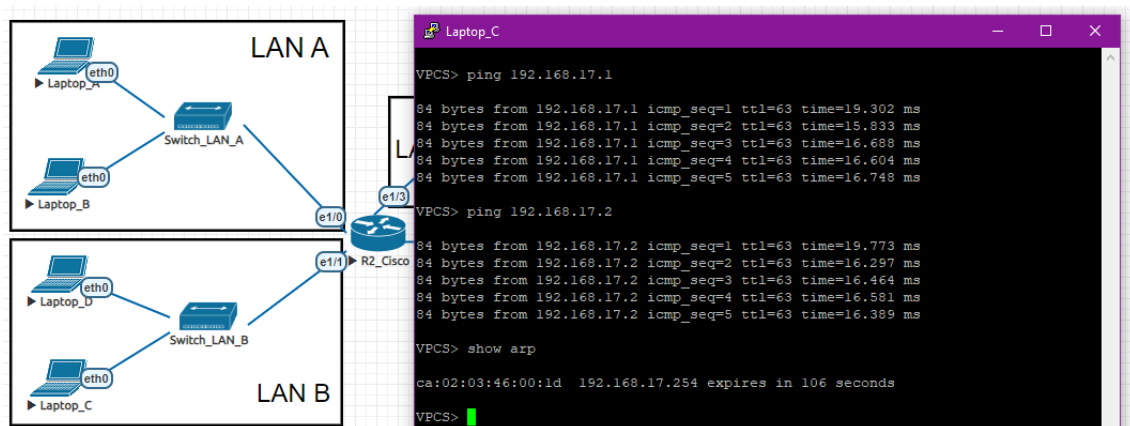


Figura 21 - Ping do LaptopC para o LaptopA e LaptopB

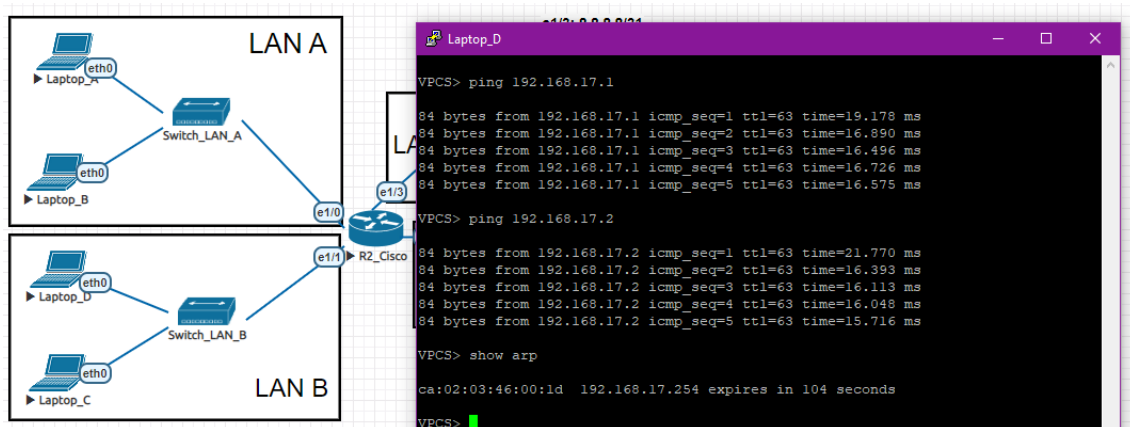


Figura 22 - Ping do LaptopD para o LaptopA e LaptopB

## 8. Conclusões

Com a realização deste trabalho foi possível perceber como funcionam as atribuições dos endereços IPs e como os dispositivos comunicam uns com os outros na mesma rede local. Também foi possível perceber como os dispositivos comunicam com outros dispositivos numa rede diferente.

Foi possível configurar um router e perceber como, com apenas um octeto disponível, podemos configurar uma rede. Partimos o octeto em dois, no caso desta segunda parte do trabalho, e estabelecemos uma sub-rede. A partir da máscara de sub-rede podemos especificar quantos IPs disponíveis existem para cada uma das redes. Esta informação provém do ICDM.

Ao conectar com outro dispositivo, este cria uma entrada dinâmica na ARP Cache, o que possibilita o rápido acesso ao outro dispositivo. Caso este se encontre noutra rede, a informação será passada pela default gateway para a interface do router associada à sua rede.

Por fim, para conseguirmos informações mais detalhadas, caso a conexão seja bem-sucedida ou exista algum problema, temos o ICMP que nos proporciona essa informação.

## 9. Bibliografia

- [1] L. Pires, Slides, “Computer Networks: Chapter4”.
- [2] “Internet Protocol”, [Online].  
“[https://pt.wikipedia.org/wiki/Endere%C3%A7o\\_IP](https://pt.wikipedia.org/wiki/Endere%C3%A7o_IP)”.
- [3] “Classless InterDomain Routing”, [Online].  
“[https://en.wikipedia.org/wiki/Classless\\_Inter-Domain\\_Routing](https://en.wikipedia.org/wiki/Classless_Inter-Domain_Routing)”.
- [4] “Adress Resolution Protocol”, [Online].  
“[https://pt.wikipedia.org/wiki/Address\\_Resolution\\_Protocol](https://pt.wikipedia.org/wiki/Address_Resolution_Protocol)”.
- [5] “Internet Control Message Protocol”, [Online].  
“[https://pt.wikipedia.org/wiki/Internet\\_Control\\_Message\\_Protocol](https://pt.wikipedia.org/wiki/Internet_Control_Message_Protocol)”.